



TUGAS AKHIR - TF 091381

PERANCANGAN SISTEM KONTROL *STEAM CARBON RATIO* PADA *PRIMARY REFORMER* MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC CONTROL* DI PABRIK AMMONIA UNIT 1 PT. PETROKIMIA GRESIK

ARFITTARIAH
NRP 2412 105 020

Dosen Pembimbing
Dr. Bambang Lelono W ST. MT

JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



FINAL PROJECT TF 091381

***CONTROL SYSTEM DESIGN OF STEAM IN
PRIMARY RATIO CARBON USING FUZZY LOGIC
CONTROL REFORMER IN AMMONIA PLANT
UNIT 1 PT. PETROKIMIA GRESIK***

ARFITTARIAH
NRP. 2412 105 020

Supervisor
Dr. Bambang Lelono W ST. MT

DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL STEAM
CARBON RATIO PADA PRIMARY REFORMER
MENGUNAKAN FUZZY LOGIC CONTROL
DI PABRIK AMMONIA UNIT 1
PT. PETROKIMIA GRESIK**

TUGAS AKHIR

Oleh:

Arfittariah

NRP : 2412 105 020

Surabaya, 07 Agustus 2014

Mengetahui/Menyetujui

Pembimbing


Dr. Bambang Lelono W., ST. MT

NIP : 196905071995121001

Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI-ITS


Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

NIP. 19650309 199002 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL *STEAM*
CARBON RATIO PADA *PRIMARY REFORMER*
MENGUNAKAN *FUZZY LOGIC CONTROL* DI
PABRIK AMMONIA UNIT 1
PT. PETROKIMIA GRESIK**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Rekayasa Instrumentasi
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

Arfittariah

NRP : 2412 105 020

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dr. Bambang Lelono W, ST. MT (Pembimbing)
2. Ir. Ya'umar, MT (Penguji I)
3. Dr.Ir Purwadi Agus D, MSc (Penguji II)
4. Nur Laila H, MSc (Penguji III)

Surabaya, 7 Agustus 2014

PERANCANGAN SISTEM KONTROL *STEAM CARBON RATIO* PADA *PRIMARY REFORMER* MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC CONTROL* DI PABRIK AMMONIA UNIT 1 PT. PETROKIMIA GRESIK

Nama Mahasiswa : Arfittariah
NRP : 2412 105 020
Pembimbing : Dr. Bambang Lelono W ST. MT

Abstrak

Sistem *Setam carbon ratio* memiliki peran penting yang bertujuan untuk menjaga kondisi *ratio steam* dan *carbon* yang akan lolos menuju *primary reformer* dengan menghasilkan reaksi yang sempurna. Untuk mengendalikan *steam carbon ratio* agar sesuai dengan kebutuhan maka yang perlu dikontrol adalah pada kontrol tiap *valve* dari dua *loop* dengan *inputan* yang berbeda yang akan diratiokan sebelum masuk ke dalam *primary reformer*. Proses pengendalian ini dapat dilakukan pada simulasi *fuzzy logic control*, untuk mengatur kecepatan menutup dan membuka agar *ratio* tetap terjaga. Hasil respon simulasi *open loop* tidak mengalami osilasi dan hasil respon simulasi *fuzzy* pada *set point ratio* 3.4 menghasilkan nilai *error* yang cukup kecil yaitu 0,35% dibandingkan pada *set point ratio* 3.2 yang menghasilkan nilai *error* 12,5%. Dan untuk nilai *error* dari hasil simulasi dan aktual diperoleh nilai *error maximum* sebesar 0.76% dan nilai minimum 0.35%. Sehingga *Fuzzy Logic Controller* yang dirancang mampu menghasilkan hasil respon yang cukup baik walaupun masih terdapat selisih *error*.

Kata kunci : Fuzzy logic controller , set point ,error, steam, carbon dan ratio

**CONTROL SYSTEM DESIGN OF STEAM IN PRIMARY
RATIO CARBON USING FUZZY LOGIC CONTROL
REFORMER IN AMMONIA PLANT UNIT 1
PT. PETROKIMIA GRESIK**

Student Name : Arfittariah
NRP : 2412 105 020
Supervisor : Dr. Bambang Lelono W ST. MT

Abstract

System Setam carbon ratio has an important role which aims to maintain the ratio of steam and carbon that would qualify towards the primary reformer with menghasilkan perfect reaction. To control the steam carbon ratio to suit the needs that need to be controlled is the control valve of two loops each with a different input that will diratiokan before entering into the primary reformer. This control process can be performed on the simulation of fuzzy logic control, to regulate the opening and closing speed that ratio is maintained. response of the open loop simulation results are not experiencing oscillation and results of Fuzzy simulation response on set point ratio of 3.4 resulted in a fairly small error rate is 0.35% compared to the set point ratio of 3.2 which resulted in an error rate of 12.5%. And for the value of the error of the simulation results and the actual values obtained for 0.76% maximum error and the minimum value of 0:35%. So that the Fuzzy Logic Controller desinged to produce results fairly good response although there is still a difference of error.

Keywords: Fuzzy logic controller, set point, error, steam, and carbon ratio

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat dan kebesaran-Nya sehingga saya selaku penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir sampai dengan penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“PERANCANGAN SISTEM KONTROL STEAM CARBON RATIO PADA PRIMARY REFORMER MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC CONTROL DI PABRIK AMMONIA UNIT 1 PT. PETROKIMIA GRESIK”**.

Tugas akhir ini merupakan persyaratan akademik yang harus dipenuhi dalam Program Studi S-1 Teknik Fisika FTI-ITS. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT serta Nabi Muhammad SAW yang selalu memberikan petunjuk dan rahmatnya serta segala hidayahnya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Keluarga tercinta, Bapak, Ibu dan Kakak saya yang selalu menjadi motivasi terbesar saya dalam menyelesaikan studi dan tugas akhir di Teknik Fisika ini.
3. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA. selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika.
4. Bapak Hendra Cordova ST, MT. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Fisika
5. Bapak Dr. Bambang Lelono W ST. MT selaku Dosen Pembimbing pertama Tugas Akhir yang telah sabar dalam memberikan bimbingan dan tuntutan dalam menyelesaikan Tugas Akhir penulis.
6. Bapak Ir. Ya'umar, MT. selaku Ketua Laboratorium Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol.
7. Bapak Totok Ruki B, ph.D dan Ibu Khaterine Indriawati, ST,MT, sebagai dosen-dosen yang sangat membantu memberikan ilmunya dan memberikasn semangat yang tiada henti.

8. Bapak/Ibu dosen yang telah menjadi media transfer ilmu sehingga kami dapat merampungkan jenjang perkuliahan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
9. Randi Brian Rachmadi, selaku teman terkhusus terimakasih atas semua dukungannya.
10. M.Suryo Utomo selaku satu bimbingan dan penguji progres.
11. Keluarga besar dan teman-teman diBontang terimakasih atas perhatian dan semangatnya selama ini.
12. Rekan-rekan TA-wan Club Petro yang sama-sama berjuang dari Surabaya ke Gresik.
13. Teman-Teman TA-wan yang sama-sama berjuang menyelesaikan Tugas Akhir.
14. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan yang diberikan sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa karya yang sempurna hanya ada pada Allah SWT. Oleh sebab itu, penulis sangat berterimakasih atas segala masukan, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar laporan ini menjadi lebih baik dari sebelumnya. Demikian laporan ini penulis buat, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat selain bagi penulis sendiri, dan bagi pembaca sekalian.

Surabaya, 07 Agustus 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	Iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRAC</i>	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
 BAB II DASAR TEORI	
2.1 Reformer	5
2.2 Primary Reformer	5
2.3 Model Matematis Sistem <i>Steam Carbon</i> <i>Ratio</i>	8
2.3.1 Flow Transmitter	8
2.3.2 Flow Control Valve	9
2.4 Fuzzy Logic Controller	11
2.4.1 Perancangan Fuzzy Logic Control	12
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Obyek Penelitian	16
3.2 Pengambilan Data	17
3.3 Pemodelan Matematis	18
3.3.1 Matematis <i>Flow Transmitter</i>	18
3.3.2 Matematis <i>Control Valve</i>	20

3.4 Fuzzy Logic Control	23
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Simulasi <i>Open Loop</i>	27
4.2 Simulasi <i>Fuzzy Logic Control (FLC)</i>	28
4.2.1 Respon Simulasi Fuzzy Logic Control Flow Carbon	29
4.2.1.1 Simulasi FLC <i>Setpoint Ratio</i> = 3,4	29
4.2.1.2 Simulasi FLC <i>Setpoint Ratio</i> = 3,2	30
4.3 Uji <i>Tracking Set Point</i>	31
4.3.1 Uji <i>Tracking Set Point Ratio</i>	31
4.4 Validasi Output Simulasi dan Output Aktual	32
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	PnID Unit <i>Primary Reformer</i>	7
Gambar 2.2	Skema Fuzzy	11
Gambar 2.3	Diagram Blok <i>Fuzzy Logic Control</i> pada <i>Primary Refoemer</i>	12
Gambar 3.1	Flowchart Penelitian	15
Gambar 3.2	PFD <i>Steam Carbon Ratio</i>	16
Gambar 3.3	Model <i>Transmitter natural gas</i>	18
Gambar 3.4	Model <i>Transmitter Steam</i>	19
Gambar 3.5	Model <i>Valve Natural Gas</i>	21
Gambar 3.6	Fungsi Transfer <i>plant</i>	22
Gambar 3.7	Fungsi transfer <i>control valve</i>	23
Gambar 3.8	Desain <i>fuzzy logic control</i> untuk <i>flow carbon</i>	23
Gambar 3.9	<i>Input error membership function</i>	24
Gambar 3.10	<i>Input delta error membership function</i>	24
Gambar 3.11	Desain <i>output membership function</i>	25
Gambar 3.12	<i>Rule base membership function carbon</i>	25
Gambar 3.13	<i>Rule view fuzzy logic control</i>	26
Gambar 4.1	Model <i>Open Loop</i> pada <i>simulink</i>	27
Gambar 4.2	Respon dari simulasi <i>open loop</i>	28
Gambar 4.3	Simulasi <i>close loop</i> dengan <i>fuzzy logic control</i>	29
Gambar 4.4	Respon <i>natural gas set point ratio 3,4</i>	29
Gambar 4.5	Respon <i>natural gas set point ratio 3,2</i>	30
Gambar 4.6	Respon <i>natural gas uji tracking set point 3,2 menuju 3,4</i>	31
Gambar 4.7	Respon <i>natural gas uji tracking set point 3,4 menuju 3,2</i>	32
Gambar 4.8	Grafik perbandingan data aktual dan simulasi	34

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data aktual dan simulasi	32
-----------	--------------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri pupuk yang didirikan pertama kali di Indonesia adalah PT. Petrokimia yang berlokasi di Gresik Jawa Timur. Ynag merupakan salah satu industri proses yang cukup kompleks pengoperasiannya. Produk pupuk yang dihasilkan terutama adalah urea. Proses pembuatan pupuk, khususnya pupuk urea, memerlukan bahan baku utama yaitu amoniak dan gas karbondioksida. Kedua bahan baku ini dihasilkan oleh Pabrik Amoniak.

Proses pembuatan amoniak dilakukan dengan mereaksikan hidrogen dan nitrogen dalam reaktor unggun berkatalis yang disebut *ammonia converter*. Hidrogen yang dikenal sebagai salah satu komponen gas sintesis dihasilkan melalui katalitik gas alam dengan *steam reforming* dan oksidasi parsial dalam reformer di unit *reforming*. Bahan baku utama pembuatan ammonia adalah gas alam, udara dan *steam*. Di pabrik amoniak, unit reformer merupakan unit yang sangat memerlukan energi besar dan pemakai gas alam terbesar. Jumlah gas alam yang dibutuhkan sebagai gas proses maupun gas bahan bakar dalam reformer mencapai 95% dari konsumsi total dalam pabrik amoniak. Pada proses pembakaran gas alam dalam tungku reformer ini, hanya 50% dari kandungan panasnya yang dimanfaatkan untuk mencatu kebutuhan panas raksi reformasi gas alam yang bersifat endotermik, sedangkan sisanya akan keluar dari tungku bersama gas cerobong. Dari panas yang terserap 60% diantaranya digunakan untuk melangsungkan reaksi reformasi dan 40% untuk menaikkan temperatur gas proses. Sedangkan aliran gas cerobong ini biasanya dimanfaatkan untuk memanfaatkan gas alam umpan *primary reformer*, air umpan ketel dan udara *secondary reformer*^[2].

Perkembangan teknologi *reformer* menunjukkan adanya kecendrungan dalam mengkaji aspek-aspek perancangan unit produksi gas sintesis yang mempunyai efisiensi tinggi, sistem utilitas yang tetap terjaga dan ramah lingkungan. Pengembangan teknologi *reformer* ini didasarkan atas beberapa kekurangan teknologi konvensional seperti konsumsi energi yang tinggi, efisiensi termal yang rendah dan sistem kontrol *steam carbon ratio*.

Steam carbon ratio merupakan jumlah *steam* yang diperlukan untuk reaksi-reaksi di *Primary Reformer* ditentukan dari perbandingan antara jumlah *steam* dan jumlah *carbon* di gas bumi yang masuk ke *Primary Reformer*. Ratio tersebut dijaga antara 3.4. Hal tersebut dilakukan untuk mencegah kecenderungan pembentukan karbon deposit apabila ratio tersebut kurang dari batasan. Sedangkan bila *ratio steam carbon* melebihi batasan maka akan mengakibatkan menurunnya jumlah CO yang lolos dari *Primary Reformer* dan *Secondary Reformer*, menurunkan inert di *syn loop*, menaikkan H₂ dan CO₂ serta menaikkan produksi amoniak. Sehingga akan berdampak pada konsumsi energi yang menjadi lebih tinggi^[2].

Oleh karena itu perlunya sistem kontrol untuk menjaga *steam carbon ratio* agar tetap stabil. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan sistem kontrol tersebut adalah menggunakan logika fuzzy, karena tujuan utama dari logika fuzzy ini adalah meningkatkan efisiensi produk. Pembuatan perancangan sistem kontrol yang baru diharapkan akan membuat kinerja lebih baik dan dapat menciptakan efisiensi yang signifikan untuk perusahaan.

1.2 Rumusan Permasalahan

Dari paparan latar belakang diatas, maka permasalahan yang muncul dalam tugas akhir ini adalah: Bagaimana mengidentifikasi proses di *primary reformer* dan bagaimana cara melakukan perancangan sistem kontrol *steam carbon*

ratio pada unit *primary reformer* menggunakan *fuzzy logic control*.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mencegah meluasnya permasalahan, maka pada Tugas Akhir ini diambil batasan masalah yang diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Obyek penelitian adalah *system control* proses ammonia pada unit:
 - *Primary Reformer*
2. Pengontrol yang ditinjau adalah pengontrol *steam carbon ratio* yang masuk ke *Primary Reformer*.
3. Perancangan system kontrol *steam karbon ratio* ini dilakukan secara simulasi dengan *software matlab* menggunakan *fuzzy logic control*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengidentifikasi proses di reformer untuk melakukan perancangan sistem kontrol *steam carbon ratio* pada plant *primary reformer* dengan menggunakan *fuzzy logic control*.

1.5 Sistematika Laporan

Pada Tugas Akhir ini digunakan sistematika laporan yang sesuai dengan petunjuk penyusunan laporan, yang terdiri dari Bab I Pendahuluan, yang berisi latar belakang dimana dijelaskan mengenai sebab diadakan sebuah penelitian, rumusan permasalahan terhadap hipotesa yang akan diuji, batasan masalah, tujuan, dan sistematika laporan dari Tugas Akhir, Bab II Tinjauan Pustaka berisi tentang teori plant *primary reformer*, *steam carbon ratio* dan logika *fuzzy control*. Bab III Metodologi Penelitian berisi tahap-tahap yang dilakukan dalam pengambilan data, pengolahan dan penganalisaan data yang diuji. Bab IV Analisis Data dan Pembahasan berisi data-data dan pembahasan hasil. Bab V

Kesimpulan dan Saran berisi hasil akhir terbaik yang telah dicapai dan saran yang berhubungan dengan penelitian ini.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Reformer

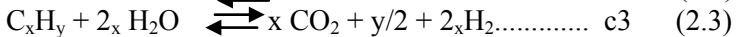
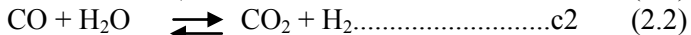
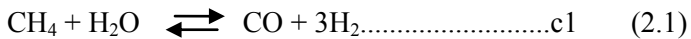
Reformer merupakan proses yang membutuhkan energi yang besar. *Reformer* adalah proses dari perubahan bentuk molekul yang kurang baik menjadi bermutu lebih baik. Proses yang terjadi pada *reformer* cukup kompleks, oleh karena itu diperlukan beberapa sistem pengendalian agar proses berlangsung seperti yang diharapkan. Dalam proses ini terdiri atas dua *reformer*, yaitu *primary* dan *secondary reformer*^[2]

2.2 Primary Reformer

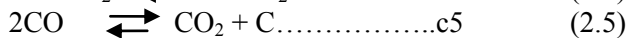
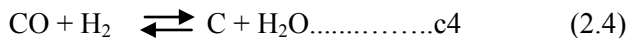
Primary Reformer merupakan unit tempat terjadinya reaksi gas alam (CH_4) dengan steam (H_2O) sehingga mendapatkan gas hidrogen (H_2) yang merupakan salah satu komponen dalam proses sintesa amoniak. *Primary Reformer* ini terbagi atas 2 area yakni area *radian* dan area konveksi. Area *radian* adalah area terjadinya reaksi, yakni pada *tube* katalis pada *Primary Reformer* yang berisi katalis nikel (Ni) yang telah tereduksi pada bagian atas dan nikel yang belum tereduksi pada bagian bawah (Ni), dimana performa dari katalis ini dapat dipantau dengan parameter peningkatan beda tekanan (*pressure drop*) pada *inlet tube* katalis dan *outlet tube* katalis. Area ini terdiri dari 2 *furnace* dimana masing-masing *furnace* memiliki 2 sisi dan terdiri dari 120 *tube* katalis pada setiap *furnace*nya (total 240 *tube* katalis), dengan masing-masing sisi terdiri dari 7 *row* (tingkat) dan setiap *row* terdiri dari 25 *burner*. Sehingga total *burner* secara keseluruhan adalah 4 *cell* x 7 *row* x 25 *burner* = 700 *burner*. Dimana, tekanan di dalam *furnace* dijaga agar lebih rendah dari 1 atm (dibuat kondisi vakum) dengan menempatkan dua IDFAN kompressor di bagian atas *convection section*. Sedangkan area konveksi terdiri dari koil-koil pemindah panas yang

dimanfaatkan untuk *preheating* (pemanasan awal) dan *steam generation* (pembangkit *steam*) dengan memanfaatkan panas *fuel gas* dari area radian sehingga akan mencapai efisiensi panas yang maksimum.

Reaksi yang terjadi pada unit *Primary Reformer* adalah jenis reaksi endotermis yakni yang membutuhkan panas yang besar agar reaksi dapat berlangsung. Maka gas alam dan hidrogen tersebut dipanaskan terlebih dahulu pada area konveksi hingga temperaturnya 520°C. Mekanisme reaksinya adalah :

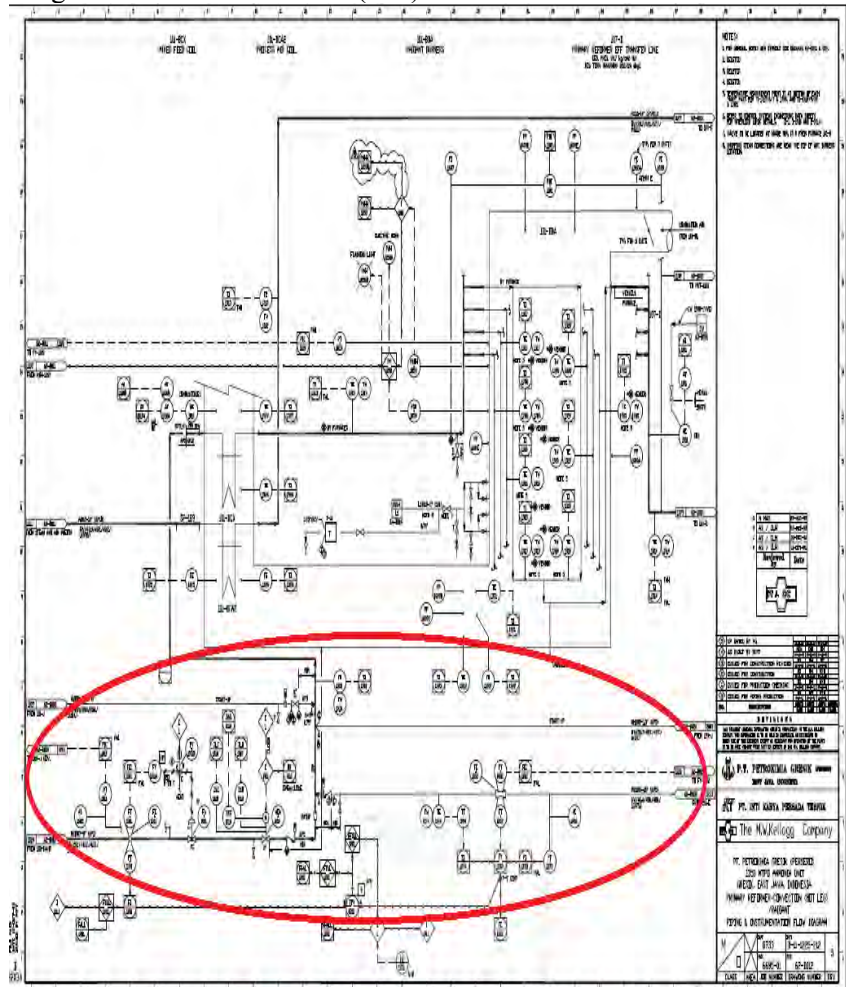


Reaksi c1 disebut sebagai reaksi *reformer*, reaksi c2 disebut sebagai reaksi kesetimbangan pergeseran air (*water gas shift reaction*) dan reaksi c3 adalah reaksi antara hidrokarbon yang lebih berat dengan uap air. Bereaksinya hidrokarbon yang lebih berat dengan uap air dikarenakan gas yang disuplai ke PT. Petrokimia Gresik 80-95% metan (CH_4) dan selebihnya merupakan gugusan hidrokarbon yang lebih berat (C_xH_y). Sesungguhnya yang diharapkan dari hasil reaksi tersebut adalah terbentuknya H_2 serta jumlah CH_4 Tetapi ada reaksi yang tidak diinginkan atau harus dihindari yakni, reaksi pembentukan *carbon deposit*:



Reaksi tersebut dihindari karena apabila terbentuk muatan *carbon* maka muatan itu akan sangat radikal. Selain itu 8pembentukan *carbon* pada permukaan katalis akan mengakibatkan peningkatan beda tekanan (*pressure drop*). Sedangkan pembentukan *carbon* pada pori katalis dapat

mengakibatkan penurunan aktivitas katalis. Maka, untuk menghindarinya umpan (aliran) yang masuk ke *Primary Reformer* harus mengandung uap air (*steam*) yang cukup dengan ratio *steam* & karbon (S/C) = 3.4^[2]



Gambar 2.1. PnID Unit *Primary Reformer*^[2]

Dari gambar diatas dapat dilihat pada garis merah yang merupakan *loop control* yang akan dikendalikan menggunakan *fuzzy logic control*.

2.3 Model Matematis Sistem *Steam Carbon Ratio*

Setelah dijelaskan secara umum tentang diskripsi *primary reformer* maka berikutnya akan dijelaskan tentang *steam carbon ratio*. *Steam carbon ratio* dapat diartikan sebagai perbandingan jumlah massa *steam* dan jumlah massa *carbon* yang diperlukan untuk reaksi-reaksi di *primary* dan *secondary reformer*. *Ratio* ini dijaga karena jika melebihi batasan maka akan mengakibatkan terjadinya penurunan dan jumlah CO yang lolos, menurunkan inert di *syn loop* dan menaikkan produksi ammoniak sehingga akan berdampak pada konsumsi energi yang lebih tinggi, sedangkan jika kurang dari batasan maka cenderung akan menimbulkan pembentukan karbon deposit di celah-celah *tube* katalis.

2.3.1 Flow Transmitter

Transmitter akan membaca besaran laju massa yang masuk pada *Steam Carbon Ratio* dan mentransmisikan sinyal pembaca ke control room. Adapun fungsi transfer dari flow transmitter natural gas dan steam dapat dilihat pada persamaan berikut^[16]:

$$\frac{F_{Oy}}{F_{Ox}} = \frac{K_f}{\tau_f s + 1} \quad (2.6)$$

Dimana :

$$K_f : \text{gain flow transmitter} = \frac{\text{span output}}{\text{span input}}$$

τ_f : time konstant (ukuran waktu yang menyatakan kecepatan respon, yang diukur mulai $t = 0$ s/d

respon mencapai 63.2% ($e^{-1} \times 100\%$) dari respon steady = $\frac{63.2}{100} \cdot t$

t : time konstan respon *steady transmitter* = 0.2s

2.3.2 Flow Control Valve

Control valve mempunyai bagian utama yaitu *actuator* dan *valve*. *Actuator* merupakan bagian yang menggerakkan bukaan *valve* dan *valve* adalah bagian yang akan mengatur besarnya laju massa. Untuk mengontrol laju massa yang masuk pada steam carbon ratio digunakan fungsi transfer dari *control valve* sebagai berikut^[16]:

$$\frac{m_b(s)}{U(s)} = \frac{K_{total}}{\tau_v s + 1} \quad (2.7)$$

Gain total control valve diartikan sebagai perubahan massa yang melalui control valve terhadap perubahan input control valve tersebut. Untuk menentukan *gain* total dari *control valve*, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$K_{total} = K_{\frac{I}{P}} \cdot K_{actuator}$$

Dengan,

$$K_{\frac{I}{P}} = \frac{\text{span pressure}}{\text{span input signal}}$$

$$K_{act} = \frac{\text{span nilai bukaan valve}}{\text{span pressure}}$$

Besarnya time konstan control valve dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$\tau_{cv} = \tau_v (\Delta v + R_v)$$

Dengan ΔV adalah fraksi perubahan *control valve* dan R_v adalah perbandingan *time constant* dengan *time stroke*, dan untuk control valve steam menggunakan jenis actuator *piston* = 0.3 dan untuk *diaphragma* = 0.03. Kemudian pada time constant τ_{cv} dapat diperoleh dari persamaan sebagai berikut:

$$\tau_{cv} = \frac{Y_C}{C_V}$$

Dimana :

$m(s)$ = Laju massa yang termanipulasi (m^3/s)

$U(s)$ = Sinyal input control valve (mA)

K_{total} = Gain total control valve

τ_{cv} = Time constant dari control valve

Y_C = Faktor *stroking time valve* = 0.676

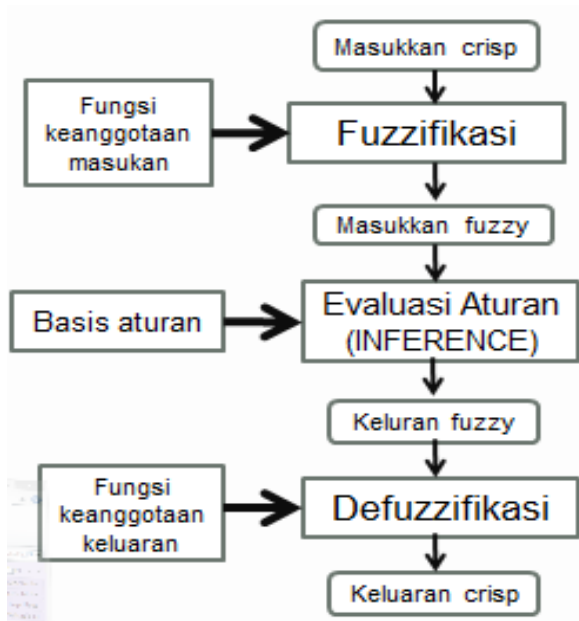
C_V = Koefisien aliran dari aksesori valve = 0.39

Laju aliran 0 – 100% memberikan arti nilai tertentu, baik pada carbon maupun steam. Bila di asumsikan proporsional perubahannya, maka untuk laju minimal 0% flow yang dialirkan juga 0 m/s. Untuk carbon pada laju maksimal 100% akan mengalirkan carbon sebanyak 40 kg/h. Untuk steam pada laju maksimal 100% akan mengalirkan steam sebanyak 130 kg/h. Sehingga jika diasumsikan proporsional, maka pemodelan flow pada pipa hanya berupa persamaan gain berikut:

$$\begin{aligned} \text{Gain flow} &= \frac{\text{span output}}{\text{span input}} \\ &= \frac{\text{flow max} - \text{flow min}}{100 - 0} \end{aligned} \quad (2.8)$$

2.4 Fuzzy Logic Controller

Pada dasarnya struktur logika fuzzy dapat digambarkan seperti berikut



Gambar 2.2 Skema Fuzzy^[7]

Fungsi dari bagian-bagian diatas adalah sebagai berikut:

Fuzzifikasi

Berfungsi untuk mentransformasikan sinyal masukan yang bersifat crisp (bukan Fuzzy) ke himpunan fuzzy dengan menggunakan operator fuzzifikasi

Rule Base

Pada dasarnya struktur logika fuzzy dapat digambarkan seperti berikut: Berisi basis data dan aturan dasar yang mendefinisikan himpunan fuzzy atas daerah-

daerah masukan dan keluaran dan menyusunnya dalam perangkat aturan kontrol.

Decision Making Unit (Logika Pengambil Keputusan)

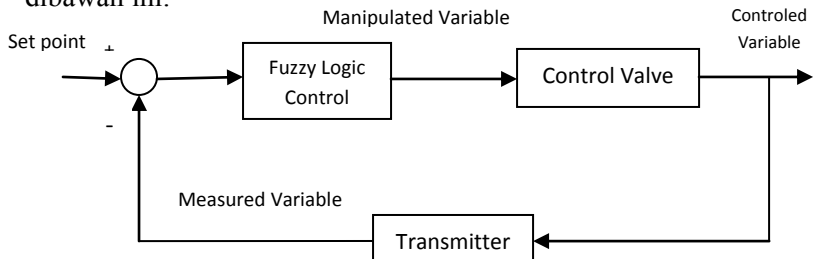
Merupakan inti dari logika fuzzy yang mempunyai kemampuan seperti manusia dalam mengambil keputusan. Aksi atur fuzzy disimpulkan dengan menggunakan implikasi fuzzy dan mekanisme inferensi fuzzy.

Defuzzifikasi

Berfungsi untuk mentransformasikan kesimpulan tentang aksi atur yang bersifat fuzzy menjadi sinyal sebenarnya yang bersifat fuzzy menjadi sinyal sebenarnya yang bersifat crisp dengan menggunakan operator defuzzifikasi^[7].

2.4.1 Perancangan *Fuzzy Logic Control*

Pada perancangan sistem akan dibahas bagaimana sebuah *fuzzy logic control* dibuat, baik itu cara mendapatkan fungsi keanggotaan logika *input* maupun fungsi logika *output* pada himpunan fuzzy dari sistem kontrol *steam carbon ratio*. Dijelaskan juga apa saja aturan-aturan fuzzy yang akan ditentukan dan defuzzifikasinya. Setelah pengendalian fuzzy didapat, maka pengendalian fuzzy dimasukkan kedalam sistem kontrol *steam carbon ratio* dengan meletakkannya sebelum plant yang kita buat, berikut gambar diagram blok dibawah ini:



Gambar 2.3 Diagram Blok *Fuzzy Logic Control* pada *Primary Refoemer*

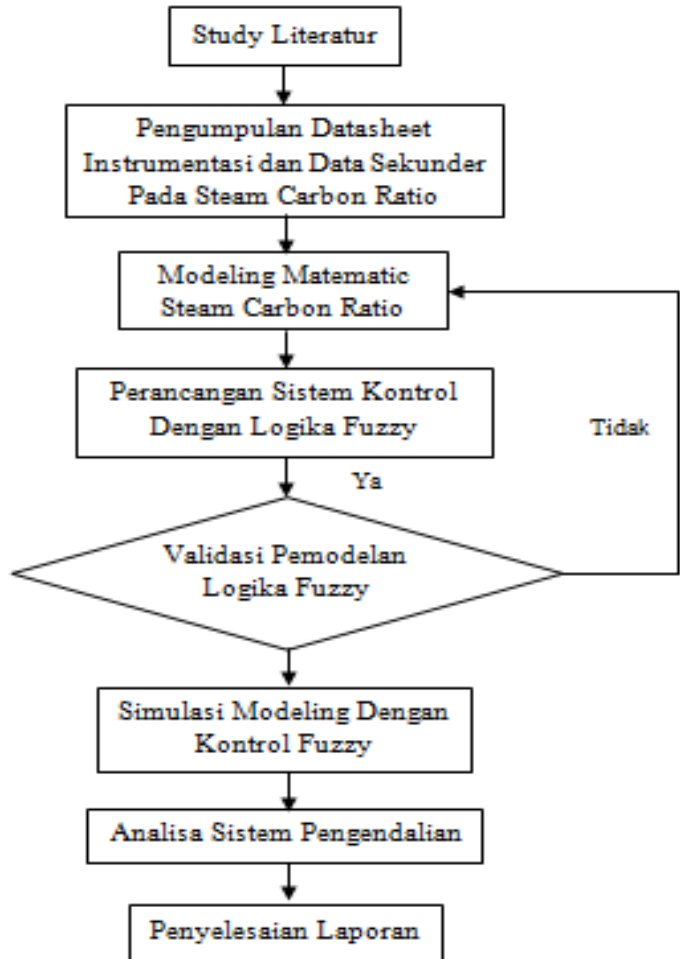
Setelah dari diagram blok seperti diatas telah dibuat, maka dibangun sebuah simulasi dari sistem pengendalian *steam carbon ratio* dengan menggunakan *software* MATLAB.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Berikut merupakan tahap-tahap yang dilakukan pada penelitian ini dipresentasikan dalam *flowchart*:

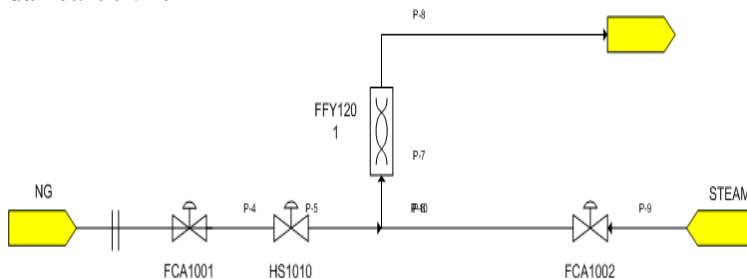


Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian dimulai dengan *study* literatur tentang *plant variabel* yang mempengaruhi kondisi serta reaksi yang ada pada *primary reformer*. Dan salah satu *variabel* tersebut adalah pada *Steam Carbon Ratio*. Secara umum, tahapan penelitian secara lebih rinci dapat dijelaskan sebagai berikut :

3.1 Obyek Penelitian

Obyek yang akan diteliti pada penelitian ini adalah 2 *loop* dari *plant primary reformer* yaitu pada *steam carbon ratio*. *Steam carbon ratio* ini akan dikontrol dengan 2 *flow control* yang inputannya berbeda. Pada *flow natural gas control* FCA 1001 dan *flow steam control* FCA 1002. Untuk dapat mengontrol *steam carbon ratio* maka harus bisa mengontrol *flow steam* dan *flow NG* dengan cara memberikan *set point* ke *control flow steam* dan *control flow NG*. Jadi keluaran dari *controller* yang dirancang berupa *set point*. Perubahan *set point* ini berdasarkan *input* yang masuk ke *controller steam* dan *carbon*^[2].



Gambar 3.2 PFD *Steam Carbon Ratio*^[2]

Pada gambar 3.2 Diatas merupakan PFD *Steam Carbon Ratio* 2 *loop* dari *plant primary reformer* yang akan dibahas di

dalam penelitian. *Steam carbon ratio* ini harus dijaga kestabilannya karna untuk menghasilkan reaksi yang sempurna. Untuk menjaga reaksinya berjalan sempurna maka *ratio* dijaga dengan 3.4 karna jika *ratio* dibawah batasan maka akan terjadi pembentukan *carbon deposit* di daerah katalis yang akan merusak *tube-tube* katalis sedangkan jika diatas batasan maka akan mengakibatkan turunnya jumlah CO, *inert syn loop* dan menaikkan H₂, CO₂ dan produksi amoniak sehingga mengakibatkan produksinya semakin boros dan konsumsi energi yang lebih tinggi serta kinerja tidak efesien.

3.2 Pengambilan Data

Teknik pengambilan data dilakukan di PT.PETROKIMIA GRESIK *control room* pabrik 1 dan departement instrumentasi. Pengambilan data pada penelitian ini adalah data sekunder dari 2 *loop plant primary reformer*. Ada 2 bagian data yang diperoleh yaitu pada data spesifikasi dan data sekunder dari *control room*.

- Data Spesifikasi
Data yang diperoleh adalah spesifikasi pada *control valve* FV 1001 dan *control valve* FV 1002, spesifikasi pada transmitter FT 1001, FT 1001, FT 1201, FT 1202, PT 1053, PT 1010, TT 1124, dan pada *size* pipa yang menuju ke *valve*.
- Data Sekunder dari *Control Room*
Data yang diambil hanya 8 *equipment* karna hanya 2 *loop* dan data diambil selama 3 bulan/hari. Adapun data yang diperoleh adalah pada data *input flow* NG FCA 1001 dan *input flow steam* FCA 1002, data *temperature steam* TI 1024 dan *temperature* NG TI 1306, data *pressure steam* PA 1053, *pressure* NG PCA 1010, data *temperatur mixing Steam Carbon Ratio* TI 1310, dan *output* dari *Steam Carbon Ratio* FFY 120^[2].

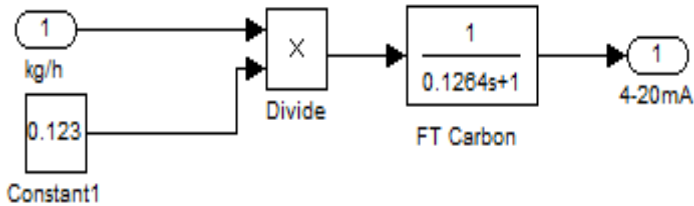
3.3 Pemodelan Matematis

Pemodelan matematis disini awalnya melakukan pemodelan diagram blok sistem dengan data-data yang sudah terkumpul, kemudian pemodelan matematis dan perancangan sistem *fuzzy* di *simulink*, yaitu:

3.3.1 Matematis Flow Transmitter

Flow transmitter FT 1001 adalah *flow transmitter* pada Natural Gas dan *flow transmitter* FT 1002 adalah *flow transmitter* pada *Steam* yang akan membaca dan mentransmisikan sinyal pembaca ke *control room*. *Transmitter* akan membaca besaran laju massa yang masuk pada *Steam Carbon Ratio*, adapun fungsi transfer dari *flow transmitter natural gas* dan *steam* dapat dilihat pada persamaan berikut^[16]:

Flow Transmitter Natural Gas(FT 1001)



Gambar 3.3 Model Transmitter Natural Gas

Dengan model perhitungannya seperti dibawah ini:

$$\frac{F_{oy}}{F_{ox}} = \frac{K_f}{\tau_f s + 1} \quad (3.1)$$

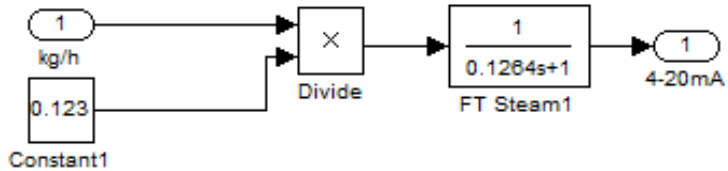
$$\begin{aligned} \Rightarrow K_f &= \frac{\text{span output}}{\text{span input}} = \frac{20-4 \text{ mA}}{130-0 \text{ kg/h}} \\ &= \frac{16}{130} = 0.123 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \tau_f &= \frac{63.2}{100} \times 0.2s \\ &= 0.1264s \end{aligned}$$

Sehingga fungsi transfer dari *flow transmitter* untuk *natural gas* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{F_{Oy}}{F_{Ox}} &= \frac{K_f}{\tau_f s + 1} \\ \frac{F_{Oy}}{F_{Ox}} &= \frac{0.123}{0.1264s + 1} \end{aligned}$$

Flow Transmitter Steam (FT 1002)



Gambar 3.4 Model *Transmitter Steam*

Dengan model perhitungannya seperti dibawah ini:

$$\frac{F_{Oy}}{F_{Ox}} = \frac{K_f}{\tau_f s + 1}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow K_f &= \frac{\text{span output}}{\text{span input}} = \frac{20-4 \text{ mA}}{130-0 \text{ kg/h}} \\ &= \frac{16}{130} = 0.123 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \tau_f &= \frac{63.2}{100} \times 0.2s \\ &= 0.1264s \end{aligned}$$

Sehingga fungsi transfer dari *flow transmitter* untuk *steam* adalah sebagai berikut:

$$\frac{F_{oy}}{F_{ox}} = \frac{K_f}{\tau_f s + 1}$$

$$\frac{F_{oy}}{F_{ox}} = \frac{0.123}{0.1264s + 1}$$

Dimana:

K_f = *Gain Transmitter*

τ_f = *Time constant dari transmitter (detik)*

Berdasarkan perhitungan dari masing-masing transmitter diatas maka diperoleh fungsi transfer:

Untuk *Natural Gas*(FT1001) dan *Steam*(FT1002)

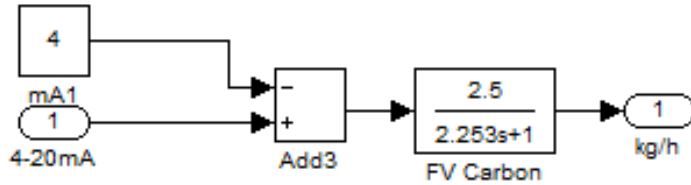
$$\frac{F_{oy}}{F_{ox}} = \frac{0.123}{0.1264s + 1}$$

Untuk fungsi transfer transmitter carbon disamakan dengan fungsi transmitter steam agar hasil ratio yang diinginkan sama.

3.3.2 Matematis Control Valve

Sebuah sistem pengendali dan proses tidak akan pernah lepas dengan *Final Control Element* yaitu *Control Valve*. *Control valve* mempunyai bagian utama yaitu *actuator* dan *valve*. *Actuator* merupakan bagian yang menggerakkan bukaan *valve* dan *valve* adalah bagian yang akan mengatur besarnya laju massa. Untuk mengontrol laju massa yang masuk pada steam carbon ratio digunakan fungsi transfer dari *control valve* sebagai berikut^[16]:

Flow Valve Natural Gas(FV1001)



Gambar 3.5 Model Valve Natural Gas

$$\frac{m_b(s)}{U(s)} = \frac{K_{total}}{\tau_v s + 1} \quad (3.2)$$

Dimana:

$m(s)$ = Laju massa yang termanipulasi (m^3/s)

$U(s)$ = sinyal input control valve (mA)

K_{total} = Gain total control valve

T_{cv} = Time constant dari control valve

$$\triangleright K_{total} = \frac{K_I \cdot K_{actuator}}{\bar{P}}$$

$$K_{total} = \frac{8.1311-0 \text{ kg/s}}{20-4 \text{ mA}} \frac{100-0 \%}{8.1311-0 \text{ kg/s}}$$

$$= \frac{100-0 \%}{20-4 \text{ mA}} = \frac{100}{16}$$

$$= 6.25$$

$$\triangleright \tau_{cv} = \tau_v (\Delta v + R_v)$$

$$\tau_{cv} = \frac{Y_C}{C_v}$$

$$\tau_{cv} = \frac{Y_C}{C_v} \left[\frac{(M_{max} - M_{min})}{M_{max}} + R_v \right]$$

$$= \frac{0.676}{0.39} \left[\frac{(8.1311-0)}{8.1311} + 0.03 \right]$$

$$= 1.79$$

Dimana:

$$m_{\max} = 8.1311 \text{ kg/s}$$

$$m_{\min} = 0 \text{ kg/s}$$

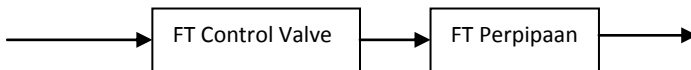
$$Y_C = \text{Faktor } \textit{stroking time valve} = 0.676$$

$$C_V = \text{koefisien aliran dari aksesoris } \textit{valve} = 0.39$$

Untuk R_v yang digunakan dalam persamaan *time constant control valve steam* adalah jenis *actuator diapraghma* yaitu 0.03. Sehingga jika berdasarkan persamaan 3.2 maka fungsi transfer dari control valve adalah:

$$\frac{m_b(s)}{U(s)} = \frac{6.25}{2.253s + 1}$$

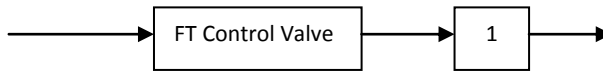
Jadi *plant natural gas* adalah gabungan dari *control valve* dan perpipaan antara *control valve* sampai *oriface*. Fungsi transfer *plant* ini bisa ditulis dalam blok diagram seperti gambar dibawah ini :



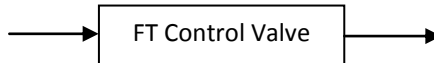
Gambar 3.6 Fungsi transfer *plant*

Fungsi transfer *control valve* sudah dijelaskan sesuai dengan persamaan 3.2. Sementara fungsi transfer perpipaan mempunyai gain 1. Disebabkan *flowrate* disepanjang pipa antara *control valve* dan *oriface* adalah sama. Karena jarak antara *oriface* dan *valve* sangat dekat, maka *time constant* dan *delay* pada sistem perpipaan bisa diabaikan. Sehingga fungsi

transfer perpipaian sama dengan gain yaitu 1. Gambar fungsi transfer diatas bisa digambarkan sebagai berikut:



Jadi:

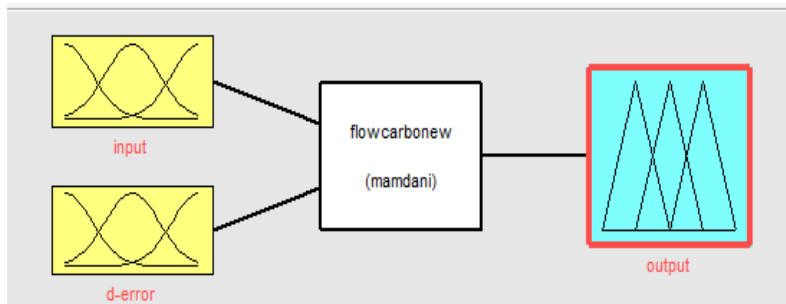


Gambar 3.7 Fungsi transmitter *control valve*

3.4 Fuzzy Logic Control

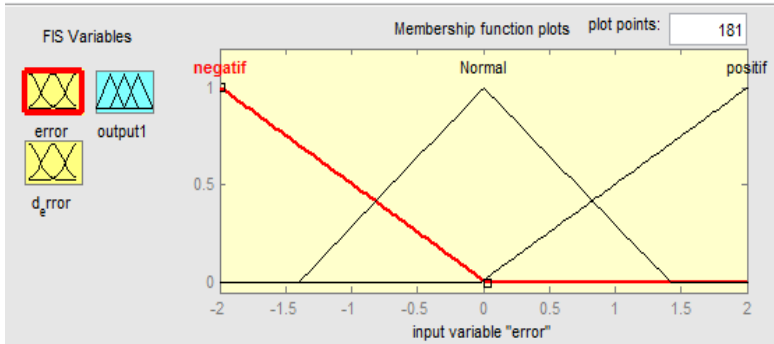
Flow Carbon/Natural Gas (FV 1001)

Pengendalian menggunakan logika fuzzy merupakan sistem pengendalian yang berdasarkan pada basis pengetahuan manusia dalam pengendalian pada suatu proses. pengendalian logika fuzzy menggunakan aturan yang dinyatakan dalam kata-kata. Perancangan fuzzy ini dibuat untuk mengontrol kecepatan menutup dan kecepatan membuka. Pada *input flow carbon* yang dipilih akan memberikan pengaruh pada *controller*. Dalam fuzzy logic ini *input* yang dijadikan acuan, yaitu *error* dan *d-error*. Sehingga *input* akan seperti pada gambar di bawah ini^[6].



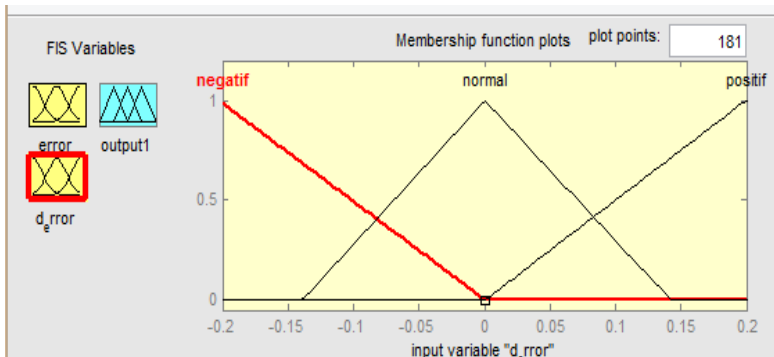
Gambar 3.8 Desain *Fuzzy Logic Control* untuk Flow Carbon

Pada gambar 3.8 Diatas merupakan gambar fuzzy yang dibuat dengan range *input error* dimulai dari -2 sampai 2 dan untuk *range delta error* dimulai dari -0.2 sampai 0.2, sedangkan untuk *range output* dimulai dari 4 sampai 20.



Gambar 3.9 *Input Error Membership Function*

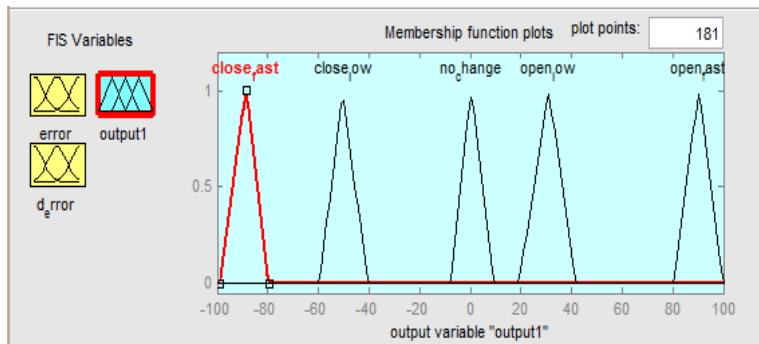
Pada gambar 3.9 Rancangan untuk *input error* menggunakan *input* dengan *range* antara -2 sampai dengan 2 memiliki 3 *membership function* dengan masing-masing parameter.



Gambar 3.10 *Input Delta Error Membership Function*

Pada gambar 3.10 Rancangan untuk *delta error* menggunakan *input* dengan *range* antara -0.2 sampai dengan

0.2 memiliki 3 *membership function* dengan masing-masing parameter.

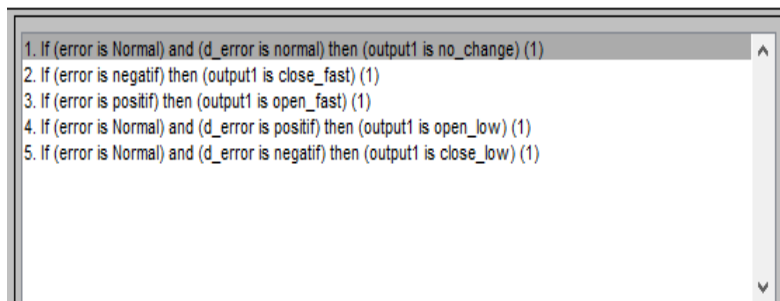


Gambar 3.11 Desain *Output Membership Function*

Pada gambar 3.11 Rancangan untuk *output* menggunakan *input* dengan *range* antara -100 sampai dengan 100 memiliki 5 *membership function* dengan masing-masing parameter.

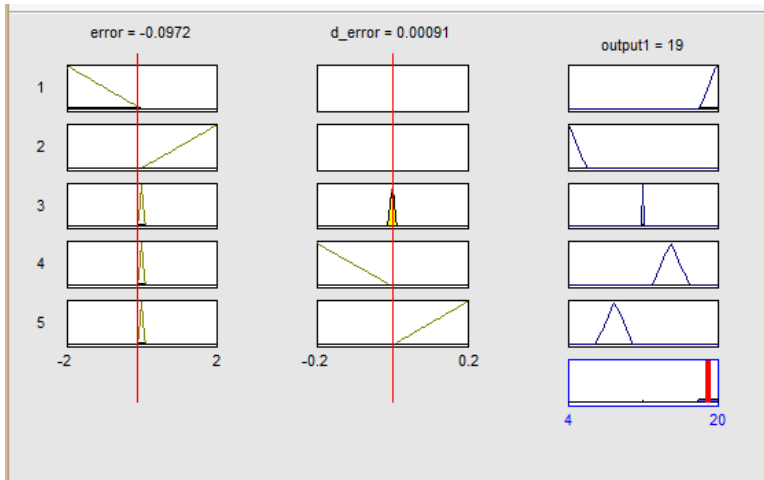
Perancangan Rule Base

Perancangan logika fuzzy ini dirancang sebuah *rule base*. *Rule base* ini akan dijadikan aturan untuk menghubungkan antara *input* dan *output*. Dalam logika fuzzy ini didesain 5 buah *rule base*



Gambar 3.12 Rule Base *Membership Function Carbon*

Dari tabel *rule base* diatas dapat dilihat dan diartikan jika pada *input error negatif* maka *output akan close Fast* yang berarti menutup cepat jauh dari *set point*, sedangkan jika *input error positif* maka *output akan open fast* yang memerintahkan membuka cepat. Kemudian untuk *input error normal* dan posisi *delta error positif* maka *output akan open low* yang artinya akan membuka secara perlahan, kemudian untuk *input error normal* dan *delta error normal* maka *output dengan posisi no change* karena sudah sampai di titik *set point*, dan untuk *input error normal* dan *delta error* dengan posisi *negatif* maka *output akan close low* yang memerintahkan valve menutup lambat. Sehingga gambar rule viewernya seperti gambar dibawah ini:



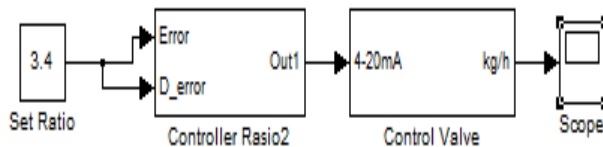
Gambar 3.13 Rule View Fuzzy Logic Control

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

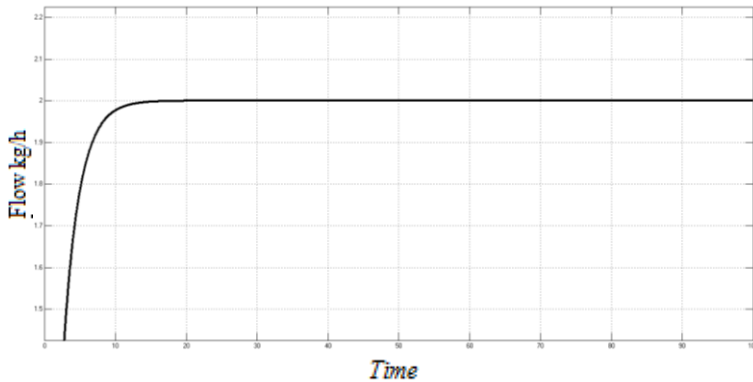
Perancangan sistem pengendalian Flow dengan *Fuzzy Logic Controller* pada *Steam Carbon Ratio* ini dilakukan dengan menggunakan *software* Matlab 2012a (*Simulink*) sebagai *software* untuk mendukung simulasi dan diikuti dengan analisa data. Pada tahapan simulasi, penelitian ini menganalisa dari simulasi yang dibagi menjadi dua tahapan, yaitu tahap simulasi menggunakan *open loop*, yang berfungsi untuk mengetahui respon sistem dan bagaimana parameter dari respon tersebut. Sedangkan tahap kedua, simulasi menggunakan *fuzzy logic* sebagai kontrol pada sistem tersebut, yang berfungsi sebagai analisa secara kuantitatif pada elemen pengendali berupa pengujian performa dari sistem yang meliputi uji perubahan *set point* dari beberapa parameter seperti maximum overshoot, settling time, peak time dan error steady state dan validasi data dari data simulasi yang telah dilakukan dengan data aktual.

4.1 Simulasi Open Loop

Simulasi *open loop* digunakan untuk mengetahui performansi dari sistem tanpa sensor serta untuk mengetahui karakteristik dari *plant* dimana plant disini adalah aktuator *control valve*. Dengan mengacu pada pemodelan yang telah ditulis pada persamaan, maka didapatkan model pada *Simulink* seperti pada gambar berikut:



Gambar 4.1 Model *Open Loop* pada *Simulink*



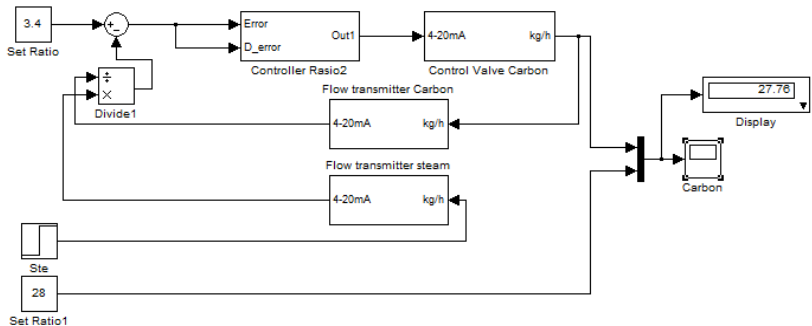
Gambar 4.2 Respon dari Simulasi *Open Loop*

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa hasil respon *open loop* lebih baik karena *open loop* disini tidak dilakukannya *feedback* yang dimana pada saat dilakukan *feedback*. Sistem pengendalian open loop dikendalikan secara manual dengan bantuan seorang operator atau manusia untuk memonitoring proses kinerja dari sistem. Maka, apabila terjadi sedikit kesalahan atau error seorang operator akan langsung mengendalikan sistem tersebut untuk berjalan secara normal kembali. Sehingga didapat hasil respon yang cukup bagus tanpa ada gangguan atau error.

4.2 Simulasi *Fuzzy Logic Control (FLC)*

Tahap kedua dari simulasi ini adalah, *Fuzzy Logic Control controller*. *Controller* yang akan diubah menjadi *fuzzy logic control* dimana *controller* awalnya PID. Pada simulasi *closed loop* ini dilakukan pengujian sistem pada *set point* yang telah ditentukan. Setelah melakukan pengujian pada *set point*, langkah selanjutnya adalah tracking *set point*. Tracking *set point* ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana respon simulasi jika *set point* diubah ubah. Agar hasil respon dari sistem pengendalian ini dapat diketahui, maka dirancang sebuah pengujian untuk mendapatkan parameter yang

diinginkan. Parameter yang diinginkan adalah *Settling time* (t_s), *maximum overshoot* (M_p) dan *error steady state* (e_{ss}) dan berikut simulasi fuzzy logic control:

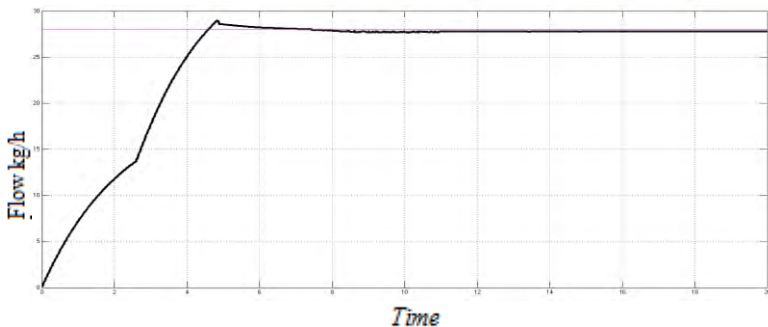


Gambar 4.3 Simulasi *Closed Loop* Dengan *Fuzzy Logic Control*

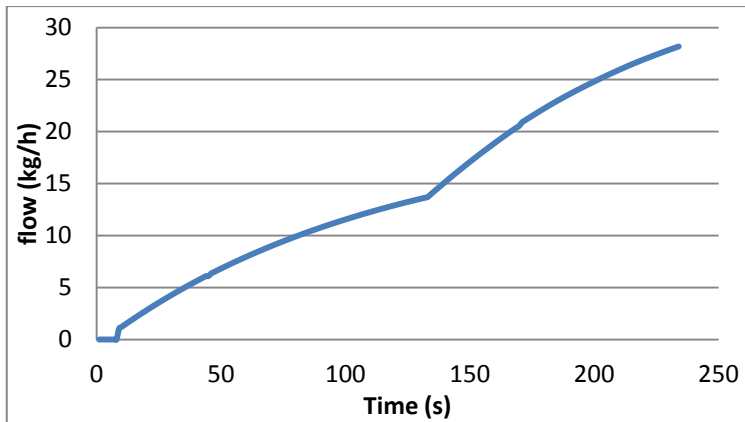
4.2.1 Respon Simulasi Fuzzy Logic Control

Pada tahapan simulasi *Fuzzy Logic Control* ini akan diterapkan bagian *flow valve*. Didalam tahap ini akan dapat dilihat bagaimana dari sistem saat dilakukan uji *set point* yang sudah ditentukan dan uji set point mencari error yang terendah. Sehingga hasil respon yang ditampilkan seperti berikut:

4.2.1.1 Simulasi FLC Setpoint Ratio = 3.4



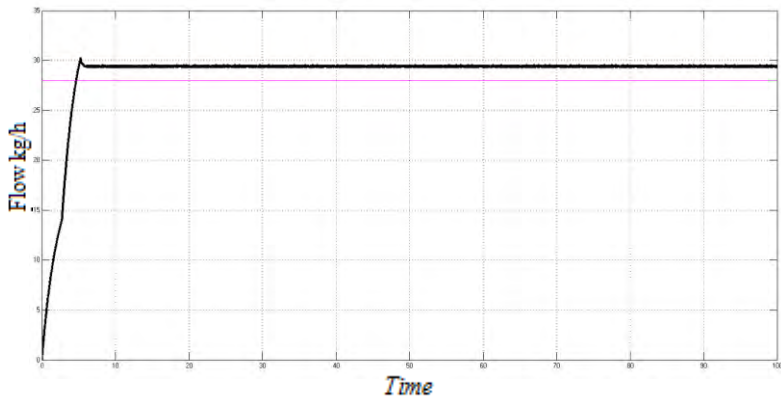
Gambar 4.4 Respon Carbon Setpoint Ratio Simulink



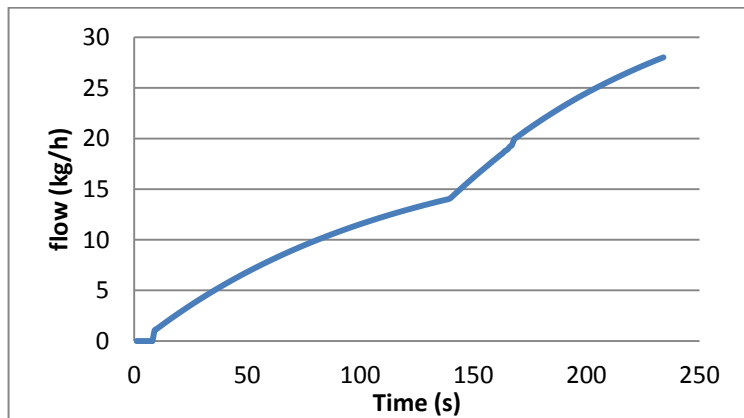
Gambar 4.5 Respon Carbon Setpoint Ratio

Untuk hasil respon *carbon* ini merupakan hasil dari *set point ratio* 3.4, dengan *set point steam* 97 kg/h dan *set point carbon* 28 kg/h. Maka hasil respon yang dihasilkan terdapat nilai *maximum overshoot* sebesar 4.84% dan *settling time* sebesar 11.6 %, sehingga nilai *error* yang didapat adalah 0.35%. Grafik respon pada gambar 4.4 atau 4.5 menggambarkan bahwa hasil respon sudah baik karena setelah terjadi *maximum overshoot*, respon bergerak mengikuti titik *steady*. Namun terjadi error di saat respon menuju *rise time*. Pada respon yang baik akan menunjukkan hasil respon yang bergerak mengikuti titik *steady* dan apabila kurang atau melebihi titik *steady*, maka hasil respon *carbon* akan cenderung membentuk *carbon deposit* di permukaan katalis *primary reformer* yang dapat mengakibatkan peningkatan beda tekanan.

4.2.1.2 Simulasi FLC Setpoint Ratio = 3.2



Gambar 4.6 Respon Carbon Setpoint Ratio Simulink



Gambar 4.7 Respon Carbon Setpoint Ratio Simulink

Pada hasil respon *carbon* dengan *set point* 28 kg/h, dan untuk *set point steam* dengan sebesar 97 kg/h menghasilkan respon seperti gambar diatas, dimana terdapat nilai *maximum overshoot* sebesar 5.28% yang lebih besar dibandingkan dengan *set point ratio* 3.4. diperoleh juga nilai *settling time* sebesar 6.12 dan *error* yang didapat bernilai 12.5%. Hasil prameter yang diperoleh dengan nilai *error* yang sangat besar

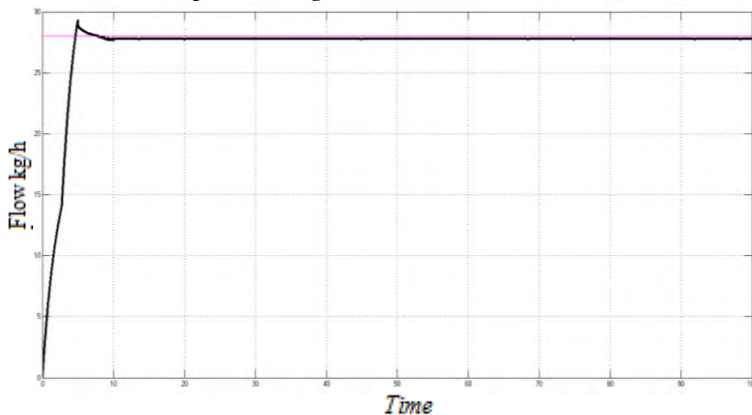
dikarenakan hasil respon melebihi dari nilai set point yang sudah ditentukan. Maka pada saat respon melebihi batasan akan berdampak pada turunnya jumlah CO yang lolos dari *primary* dan *secondary reformer*.

4.3 Uji Tracking Set Point

Didalam tahap ini akan dapat dilihat bagaimana dari sistem saat dilakukan *tracking set point*. *Tracking set point* ini dilakukan dalam input *carbon* yang diatur pada *set ratio* antara 3.2-3.4 saat naik dan 3.4-3.2 saat turun, ini dilakukan karena *flow valve* beroperasi pada rentang tersebut. Dengan uji *tracking* ini, akan dapat dilihat bagaimana respon sistem dapat beradaptasi ketika terdapat set poin yang berubah-ubah. Dalam uji *tracking* ini akan ada 2 bagian, yaitu *tracking* naik dan *tracking* turun.

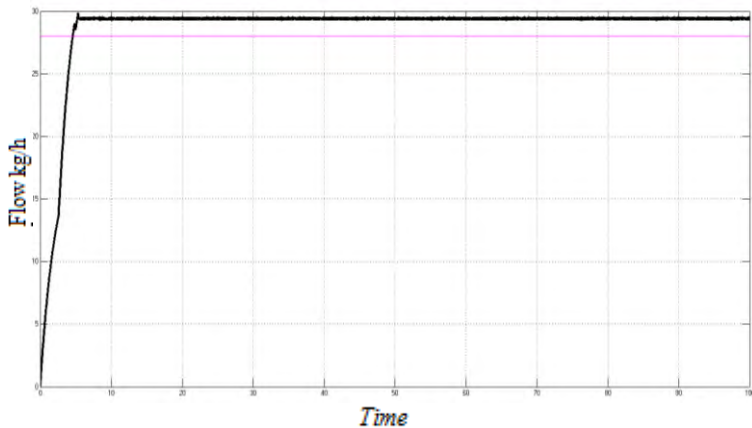
4.3.1 Uji Tracking Set Point Ratio

1. Uji Tracking Naik

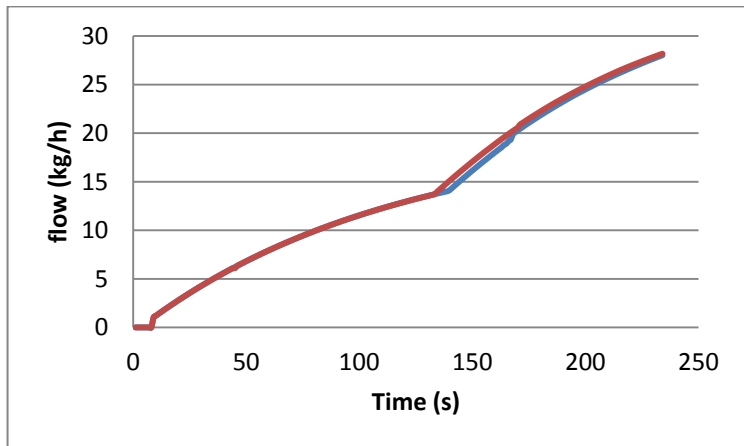


Gambar 4.8 Respon Carbon Uji Tracking Set Point 3.2 menuju 3.4

2. Uji *Tracking* Turun



Gambar 4.9 Respon Carbon Uji Tracking Set Point 3.4 menuju 3.2



Gambar 4.10 Respon Carbon Uji Tracking Set Point 3.2 dan 3.4

Dari hasil respon diatas pada uji *tracking* carbon ini, flow input yang digunakan yaitu pada *set point ratio* yang dimulai dari 3.2 menuju 3.4 dan 3.4 menuju 3.2 dimana respon dapat

beradaptasi sangat baik dengan mampu mengikuti pergerakan set point saat berubah.

4.3 Validasi Output Simulasi dan Output Aktual

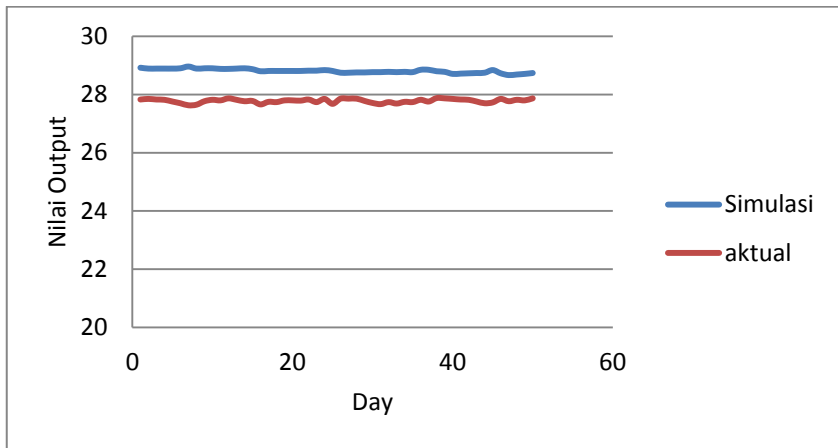
Validasi data dilakukan dengan cara membandingkan data hasil simulasi dengan data sebenarnya di lapangan. Dimana data yang diambil hanya 50 data saja dan berikut adalah contoh perbandingan data yang ada pada table:

Tabel 4.1 Data aktual dan simulasi

Data ke	Ouptut aktual	Output simulasi	Error
1	27.87	28,92	0,179404
2	27.85	28,89	0,143627
3	27.83	28.89	0,215595
4	27.82	28.89	0,251618
5	27.76	28.89	0,4683
6	27.70	28.9	0,722022
7	27.63	28.96	0,253348
8	27.65	28.89	0,867993
9	27.77	28.9	0,468131
10	27.82	28.9	0,287563
11	27.80	28.88	0,28777
12	27.87	28.88	0,035881
13	28.02	28.89	0,035689
14	27.97	28.9	0,071505
15	27.44	28.87	0,255102
16	27.15	28.8	0,184162
17	27.31	28.81	0,402783
18	27.74	28.81	0,252343
19	27.82	28.81	0,251618
20	27.80	28.81	0,035971
21	27.79	28.81	0,071968
22	27.83	28.82	0,14373
23	27.97	28.82	0,035753
24	27.85	28.84	0,21544

Data ke	Ouput aktual	Output simulasi	Error
25	27.98	28.81	0,03574
26	27.90	28.75	0,179211
27	27.86	28.75	0,107681
28	27.96	28.76	0,107296
29	28.08	28.76	0,071225
30	28.09	28.77	0,142399
31	27.97	28.77	0,035753
32	27.44	28.78	0,400875
33	27.15	28.77	0,552486
34	27.31	28.78	0,549249
35	27.74	28.77	0,108147
36	27.82	28.85	0,107836
37	27.76	28.85	0,324207
38	27.88	28.8	0,035868
39	27.87	28.78	0,107643
40	27.85	28.71	0,179533
41	27.83	28.72	0,28746
42	27.82	28.73	0,179727
43	27.76	28.74	0,144092
44	27.7	28.75	0,180505
45	27.63	28.84	0,760043
46	27.65	28.73	0,289331
47	27.77	28.67	0,288081
48	27.82	28.69	0,251618
49	27.8	28.71	0,395683
50	27.87	28.74	0,071762

Kemudian dilakukan pembuatan grafik perbandingan masing-masing output. Berikut ini merupakan hasil plot perbandingan antara nilai output hasil simulasi dengan nilai output sebenarnya



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Data Aktual dan Simulasi

Gambar 4.8 diatas adalah gambar grafik perbandingan antara *output ratio actual* dengan *output ratio* hasil simulasi. Garis merah adalah data *actual* sedangkan garis biru adalah data simulasi. Sumbu x merupakan banyak data yang dibuat grafik dan sumbu y adalah *mass flowrate*. Dari gambar terlihat jika *output ratio* hasil simulasi bergerak mengikuti *tren* dari *output actual*. Data simulasi tidak terjadi osilasi yang berlebihan dibandingkan dengan data aktual yang terjadi osilasi. Pada data *actual* tidak terjadi penurunan, hanya terjadi osilasi saja sampai hari ke-50 dan cenderung konstan. Namun dilihat dari grafik terdapat *error* yang cukup besar dari hasil simulasi dan data aktual tersebut, dimana nilai *error* terbesar adalah 0.76% dan nilai *error* terkecil sampai pada detik 0.35%. Sehingga tidak terjadi perubahan atau perbaikan pada komponen karena data *actual* tidak terjadi penurunan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perancangan dari sistem *control Steam Carbon Ratio* dengan menggunakan *Fuzzy Logic Controller* pada *Primary Reformer* menunjukkan bahwa *Fuzzy Logic Controller* mampu menghasilkan hasil respon yang cukup baik walaupun masih terdapat selisih error.
2. Pada hasil respon simulasi *open loop* tidak mengalami osilasi dan hasil respon simulasi Fuzzy pada *set point ratio* 3.4 menghasilkan nilai error yang cukup kecil yaitu 0,35% dibandingkan pada *set point ratio* 3.2 yang menghasilkan nilai error 12,5%.
3. Hasil validasi data aktual dan data simulasi menunjukkan bahwa dari gambar terlihat jika *output ratio* hasil simulasi bergerak mengikuti tren dari output aktual. Namun dilihat dari grafik masih terdapat *error* yang cukup besar dari hasil simulasi dan data aktual tersebut, dimana nilai *error* terbesar adalah 0.76% dan nilai error terkecil sampai pada detik 0.35%.

5.2 Saran

Dari kesimpulan penelitian maka saran yang dapat diberikan sehubungan dengan hasil penelitian ini adalah yang pertama perlu adanya pengembangan untuk mengontrol sistem *steam carbon ratio* lebih optimal dan signifikan lagi agar dapat disebut sebagai sistem pengendalian otomatis yang sempurna. Dan yang kedua pengambilan data aktual pada kondisi operasi perusahaan lebih baik digunakan dengan rentang waktu yang cukup lama agar hasil validasi data lebih akurat.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

CONTROL VALVE SPECIFICATION SHEET

E & C: M.W. KELLOGG
 CUSTOMER: PT PETROKIMIA GRESIK
 LOCATION: GRESIK, EAST JAVA, INDONESIA
 PROJECT: 1350 MTPD AMMONIA PLANT
 UNIT:
 P.O. NO.: 6695-01D2-0311-01
 ITEM NO.: 1

REV	DATE	BY	CK	APPD
1	04/07/93			

SPEC. NO.: OV-101
 SHEET 1 OF 3

GENERAL	TAG NO.: FV-1001 SERVICE: FEED GAS TO 101-B P & ID NO.: 62-D012 LINE NO./SCHED: NG-1007-8"(6P1)60 SIZE: 8 INCH MODEL NO.: 88-41911	SERIAL NO.: Y-501015-031
BODY	TYPE: GLOBE MATERIAL: C.S. RATING: 600# END CONNECTION: RF FLANGED	
BONNET	TYPE: STANDARD PACKING: GRAFOIL	
TRIM	GUIDING: CAGE GUIDE BUSHING: 440C STEM/SHAFT: INCONEL X-750 PLUG/DISC: CA6NM BALANCE SEAL: GRAPHITE CAGE/SEAT RETAINER: CA6NM SEAT RING: 316HF CHAR: LINEAR LEAKAGE RATE: IV FLOW ACTION: OPEN CV: 640	
ACTUATOR	MODEL: 88 SIZE: 16 DELTA P SHUTOFF: 52.7(749) Kg/cm ² (PSI) SPRING RANGE: 21-45 PSIG(1.5-3.2Kg/cm ²) FAIL POSITION: CLOSED TYPE: SPRING-DIAPHRAGM H/W: YES SIDE AIR SUPPLY: 3.9Kg/cm ² (55 PSIG)	
POSITIONER	MODEL/GAGES: 4616A DIRECT YES-3 INPUT: .2-1.0 Kg/cm ² AIRSET/GAGE: 80-40 NONE	
TRANSDUCER	MODEL/GAGES: I/PEX 9000 DIRECT NONE TAG: FY-1001A INPUT: 4-20 mA OUTPUT: .2-1.0 Kg/cm ² AIRSET/GAGE: 80-4 YES-1 (see note 20) MOUNTING: VALVE	
MISC	SOLENOID-TAG: FY-1001B LIMIT SWITCH(S)-TAG: ----- ACCESSORIES: A.H.O.Q. OTHER: FILTER,SOLENOID,GAUGE,& PILOT W/MANUAL LEVER	
NOTES:	1 THRU 10,20,30.	
SPARE1:	T MAX. 400 DEGR. C	
SPARE2:	-----	
SPARE3:	-----	
SPARE4:	-----	

1350 MTPD AMMONIA PLANT
 JOB NO.: 6695-01
 CUSTOMER: P.T. PETROKEMIA GRESIK
 LOCATION: GRESIK EAST JAVA, INDONESIA

REV.: DATE BY: CK: APPD

0 03/02/92

PAGE 2 OF 2

Tag No.(s): FV-1001 (1) Control valve sizing/Gas phase
 SPEC NO.: OV-101

Fluid : NATURAL GAS
 Crit. Press.: 47.317Kg/cm2(a)
 Crit. temp. : -82 Deg. C /Mol. weight : 20.000

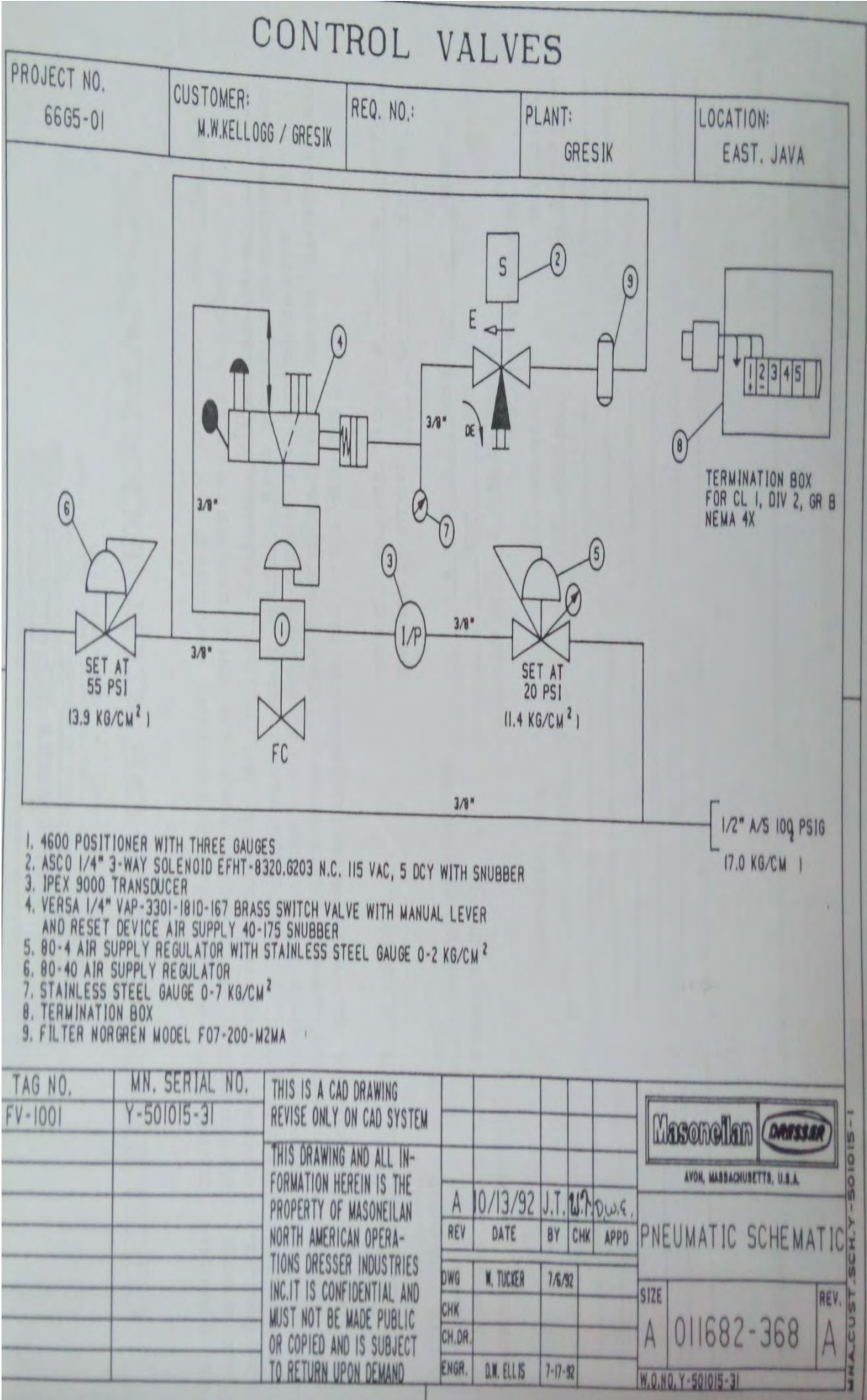
Valve data :

Type : 41000 Balanced Plug Const'n
 Size : 8.00 /Rated Cv: 640.000
 @ Norm flow
 Press. recovery factor (Cf) : 0.921
 Pipe data :

Inlet size : 8.00 /Outlet size : 8.00
 Pipe schedule : 60
 Input data :

	Units	@ Norm flow
Flow rate	Kg/h	29271.996
Inlet press.	Kg/cm2(g)	42.400
Outlet pressure	Kg/cm2(g)	41.700
S.G. @ STD Cond.		0.691
Temperature	Deg. C	387.800
Cp/Cv k		1.310
Viscosity	CP	0.032
Compressibility		1.006
Calculations:		

	Units	@ Norm flow
Diff. Press.	Kg/cm2(d)	0.700
Sonic velocity	m/s	600.0
Valve outlet velocity	m/s	16.4
Outlet pipe velocity	m/s	16.4
D. P. Choked	Kg/cm2(d)	28.981
Aerodynamic Noise	dBA	70.0
Calculated & corr Cv		332.255
Percent of rated Cv		51.9
Flow condition		Turbulent



Masoneilan**DRESSER**

MASONEILAN NORTH AMERICAN OPERATIONS
 85 Bodwell Street • Avon, Massachusetts 02322-1190
 508/586-4600 • Telex: 92-4410

CERTIFICATE OF CONFORMANCE

WE HEREBY CERTIFY THAT THE MATERIAL COVERED BY OUR REF NO. 501015
 HAS BEEN INSPECTED AND CONFORMS TO THE QUANTITIES, SIZES,
 MATERIAL SPECIFICATIONS SHOWN ON M. W. Kellogg / Petrokimia
 PURCHASE ORDER NO. 6695 - 0102 - 0311-01 AND HAVE SUCCESSFULLY
 COMPLETED STANDARD FUNCTIONAL OPERATION TEST IN ACCORDANCE WITH
 OUR MANUFACTURING SPECIFICATION. THE MATERIAL HAS BEEN INSPECTED
 TO, AND CONFORMS TO THE REQUIREMENTS OF MSS-SP-55.

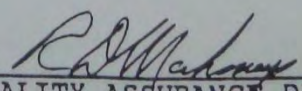
DATE July 29 1992SIZE, MODEL NO. 8" # 88-41911QTY. 1DESCRIPTION Globe ValveANSI CLASS 600HYDROSTATIC SHELL TEST PRESSURE 2225 PSIG 4 MIN.DIAPHRAGM TEST PRESSURE 55 PSIGSPRING RANGE 1.5 Kg/cm² - 3.2 Kg/cm² PSIG

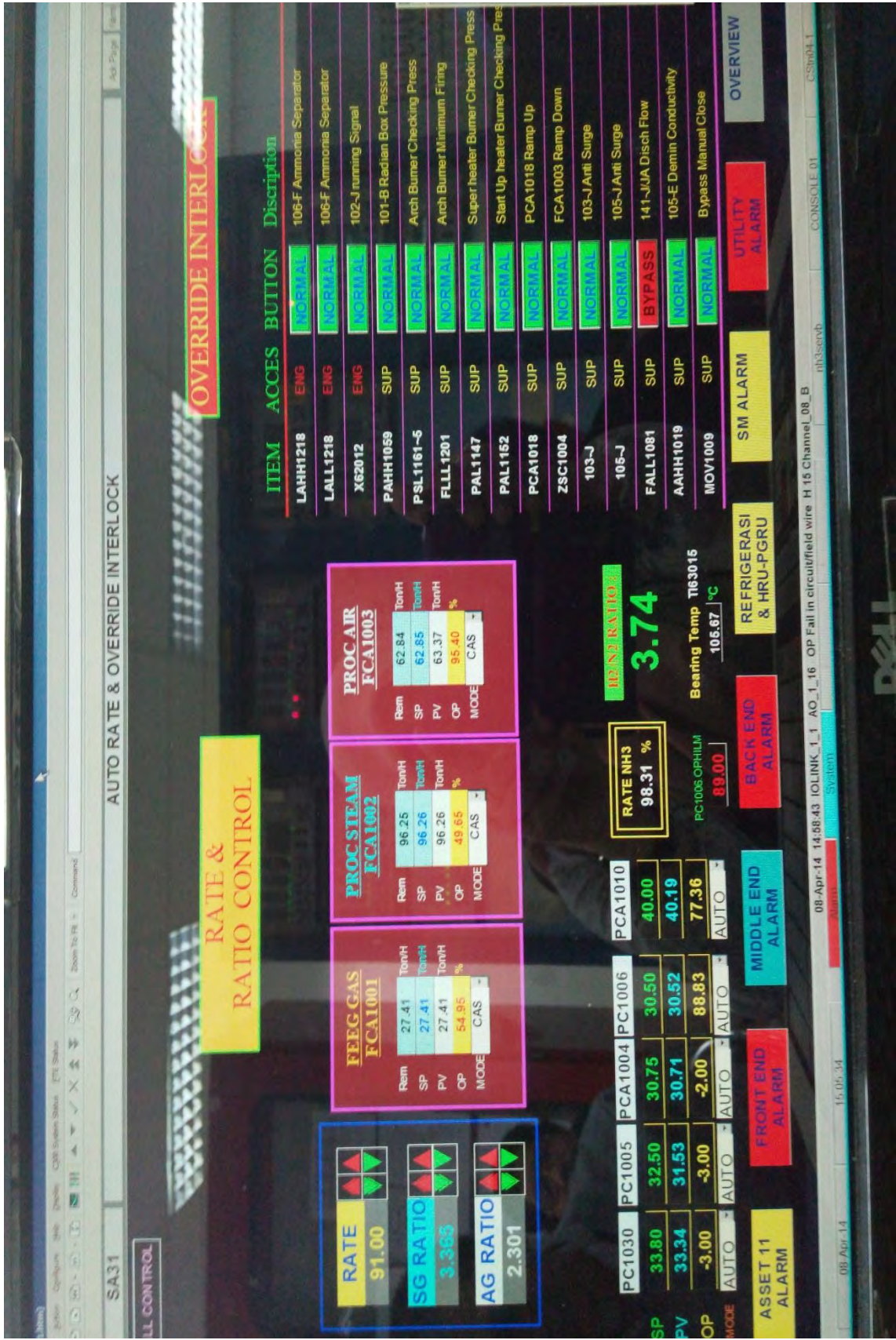
SEAT LEAKAGE

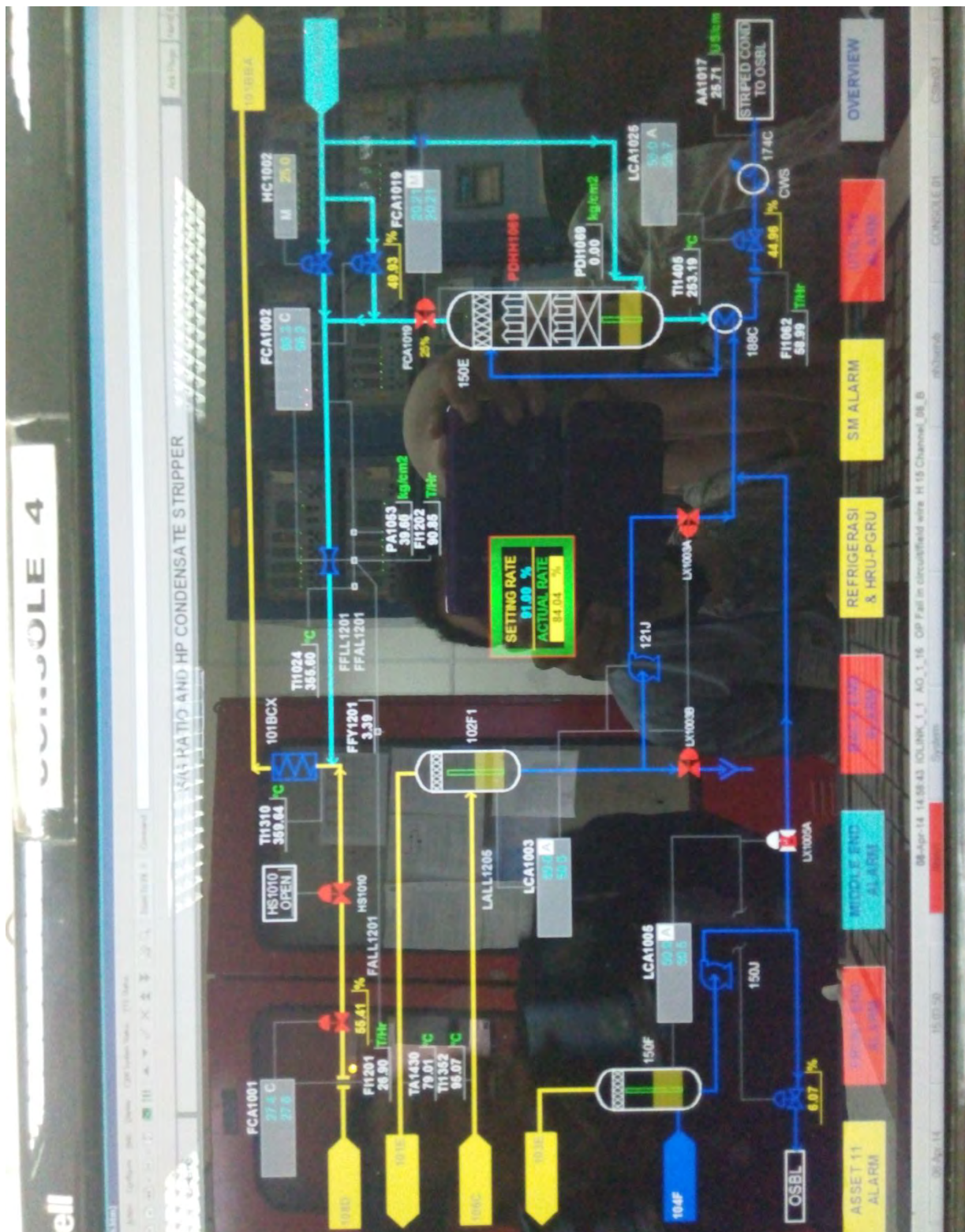
TAG NO.	SERIAL NO.	ALLOWABLE	ACTUAL
<u>FV - 1001</u>	<u>Y- 501015- 31</u>	<u>1.97 SCFM</u>	<u>.3 SCFM</u>
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

REMARKS _____

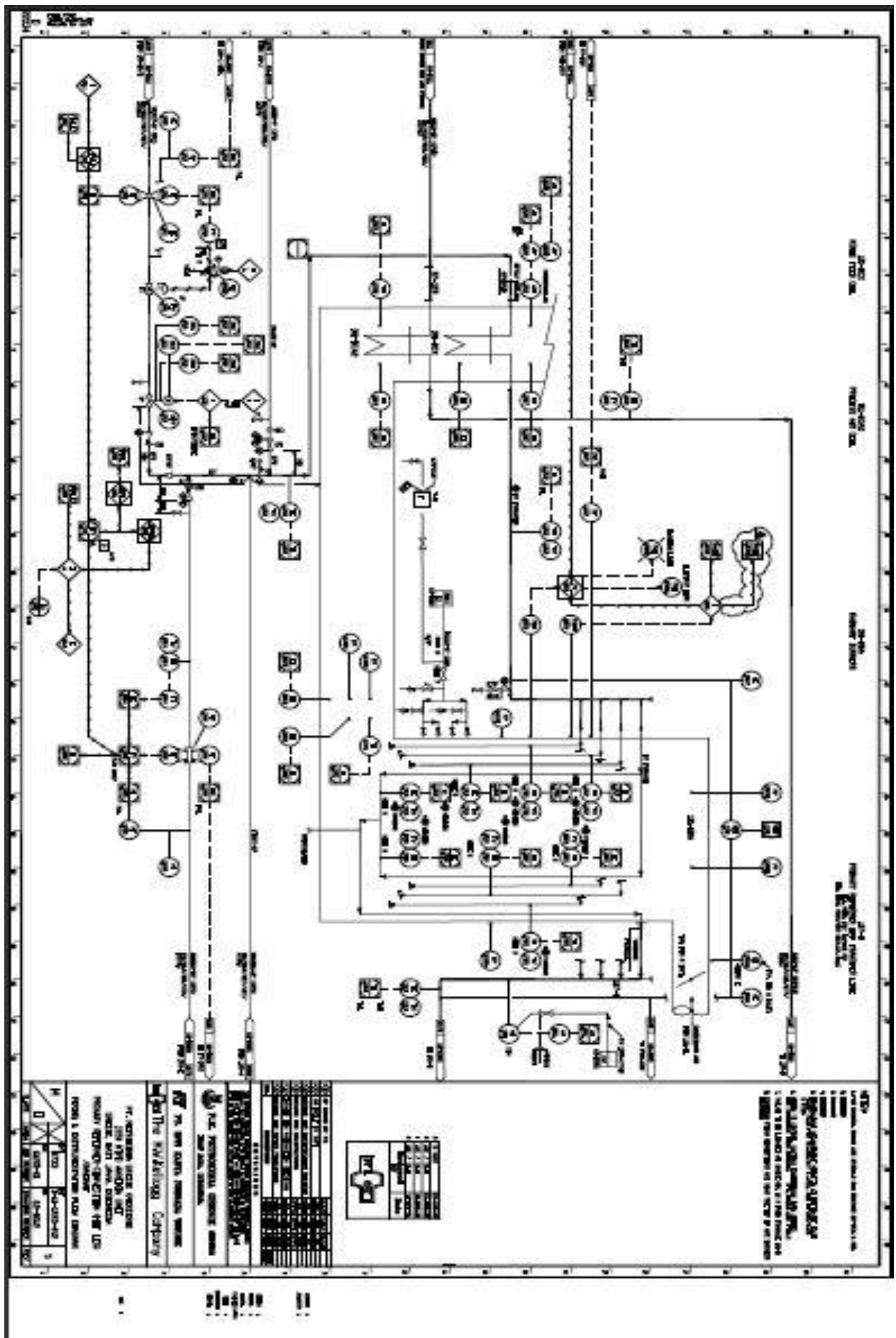
APPROVED


 QUALITY ASSURANCE DEPT.





LAMPIRAN B



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Madhusoodan Ojha and AK.Dhiman; 2010 “***Problem, Failure and Safety Analysis of Ammonia Plant***” ; Indian Institute of Technology.
- [2] PT. Petrokimia Gresik, Indonesia
- [3] PT. Kaltim Pasifik Ammonik. Laporan Kerja Praktek
- [4] Undengaard, Niels R. 2004; ***Hydrogen Production By Steam Reforming Of Hydrocarbons***; Haldor Topsoe Inc.17629 EI Camino Real, Suite 300; Houston, Texas
- [5] Willam C.P; 2009; ***Fuzzy Logic and Real Time Applications***”, New Generation Publishers, Ibadan, Nigeria.
- [6] Kevin M. Passino & Stephen Yurkovich; 1998; ***Fuzzy Control***; Addison Wesley Longman Inc.California
- [7] Klir, J. George and Bo Yuan. 1932; ***Fuzzy Sets and Fuzzy Logic***; New Jersey
- [8] Gunterus, Frans; 1994; Falsafah Dasar: **Sistem Pengendalian Proses**; Elex Media Komputindo; Jakarta.
- [9] Ogata, Katsuhiko; 1997; **Teknik Kontrol Automatik**; Erlangga; Jakarta.
- [10] Moran, Michael J; 2004; **Termodinamika Teknik**; Erlangga; Jakarta
- [11] Ogata, Katsuhiko; Edisi 5; **Modern Control Engineering**; Prentice Hall
- [12] Ogata, Katsuhiko; Chapter 2; **Mathematic Modeling of Control System**; Prentice Hall
- [13] Berger, Kreith F. S. A; 1999; **Fluid Mechanics. Mechanical Engineering Handbook**. Boca Raton CRC Press LLC.
- [14] Khoirul,Wahid. 2004. ”***Evaluasi Sistem Kontrol Proses Pemurnian Gas Sintesa Pabrik Ammonia PUSRI-***

- IB PT. Pupuk Sriwidjaja Dengan Metode Statistical Process Control.***” Institut Teknologi Bandung.
- [15] Putri, Ike Meillina 2011. “***Perancangan Sistem Pengendalian Flow Seawater Inlet Dan Ph Sodium Hypochlorite (Naoci) Pada Hipochlorination Package Berbasis Logic Solver, HESS(Indonesia-Pangkajene)Ltd’.*** Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [16] Winarto, Tri. 2014. “***Perancangan Soft Sensor Komposisi Gas Buang Pada Stack Hasil Keluaran HRSG Berbasis Logika Fuzzy***”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [17] Hamidyantoro, Roza 2013. “***Perancangan Sistem Kontrol pH Pada Semibatch Reactor Dengan Menggunakan Fuzzy Logic Control Untuk Studi Kasus Penetralan CH₃COOH Dan NaOH.***” Institut Teknologi Sepuluh Nopember